

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-261886

(43)Date of publication of application : 11.10.1996

(51)Int.Cl.

G01M 19/00

G01D 21/00

G05B 17/02

(21)Application number : 07-062286

(71)Applicant : YOKOGAWA ELECTRIC CORP
MITSUBISHI CHEM CORP

(22)Date of filing : 22.03.1995

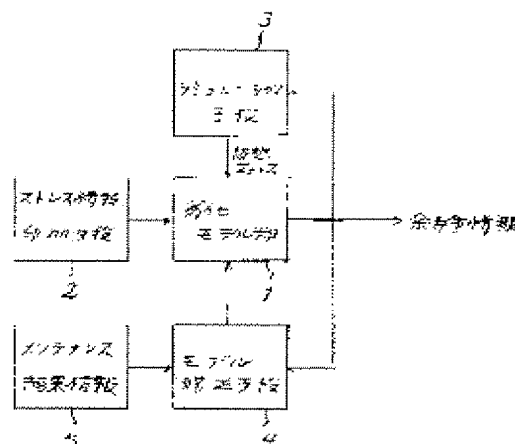
(72)Inventor : KOBAYASHI YASUNORI
FUKUDA TATSUO
MIYAZAWA MASAZUMI
IMAI HIDEKI
WANI NORIYUKI

(54) EQUIPMENT MANAGEMENT SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an equipment management system by which an operation along a plan is maintained by a method wherein remaining life information is inputted, stress information is given to a degradation model part according to the plan so as to be simulated and the operating state of an object apparatus is changed according to the remaining life information which has been found.

CONSTITUTION: A degradation model part 1 models the degradation situation of an installation apparatus as an object to be managed, and it outputs remaining life information on the apparatus on the basis of stress information which is applied. In a simulation means 3, the remaining life information from the model part 1 is inputted, and virtual stress information is given to the model part 1 according to a production plan, a maintenance plan and the like so as to be simulated. The model part 1 holds a database for information which is based on the maintenance experience and the equipment management of the apparatus, it operates the given stress information by using the database, and it judges the degradation state of the apparatus so as to output remaining life information. On the basis of the information, the operating load of the apparatus is adjusted by taking a plan into consideration, and a remaining life is managed so as to be extended or the like.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.05.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3351925

[Date of registration] 20.09.2002

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-261886

(43) 公開日 平成8年(1996)10月11日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 M 19/00			G 0 1 M 19/00	Z
G 0 1 D 21/00			G 0 1 D 21/00	Q
G 0 5 B 17/02		7531-3H	G 0 5 B 17/02	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平7-62286

(22) 出願日 平成7年(1995)3月22日

(71) 出願人 000006507

横河電機株式会社

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号

(71) 出願人 000005968

三菱化学株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番2号

(72) 発明者 小林 靖典

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内

(72) 発明者 福田 達夫

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 渡辺 正康 (外1名)

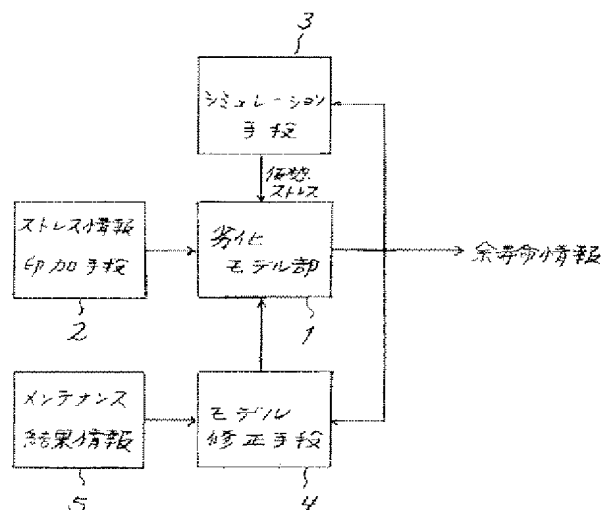
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 設備管理システム

(57) 【要約】

【目的】 生産計画や保全計画などを考慮しながら管理対象機器の運転負荷等を調整し、各機器の余寿命を引き延ばす等の管理を可能とする。

【構成】 管理対象機器の劣化状態をモデル化し、印加される情報に基づいて当該機器の余寿命に関する情報を出力する劣化モデル部と、管理対象機器に与えられている少なくともストレスに関連する情報を前記劣化モデル部に与えるストレス情報印加手段と、劣化モデル部から出力される余寿命情報を入力し、生産計画、保全計画の少なくともいずれかを考慮しながら劣化モデルに仮想ストレス情報を与えてシミュレーションを行うシミュレーション手段とを備え、シミュレーション手段によって得られた余寿命情報に基づいて管理対象機器の運転状態を変更できるように構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】プラントを構成する各種設備機器を管理するための設備管理システムであって、管理対象機器の劣化状態をモデル化し、印加される情報に基づいて当該機器の余寿命に関する情報を出力する劣化モデル部と、

管理対象機器に与えられている少なくともストレスに関連する情報を前記劣化モデル部に与えるストレス情報印加手段と、

劣化モデル部から出力される余寿命情報を入力し、生産計画、保全計画の少なくともいずれかに応じて前記劣化モデル部に仮想ストレス情報を与えてシミュレーションを行うシミュレーション手段とを備え、シミュレーション手段によって得られた余寿命情報に基づいて前記管理対象機器の運転状態を変更できるようにしたことを特徴とする設備管理システム。

【請求項 2】劣化モデル部からの出力情報と実際の管理対象機器のメンテナンス結果との比較に基づいて劣化モデル部のパラメータを修正するモデル修正手段を設けた請求項 1 の設備管理システム。

【請求項 3】劣化モデル部は、管理対象機器を構成する複数の部品ごとに設けられた複数の劣化モジュールと、各モジュールから出力される複数の余寿命情報をそれぞれ総合的に判断して管理対象機器の余寿命情報を出力するように構成され、

ストレス情報印加手段は複数のモジュールの少なくとも一つのモジュールにストレスに関連する情報を与えると共に、シミュレーション手段は当該モジュールに与えられるストレス情報を変更するように構成されている請求項 1 の設備管理システム。

【請求項 4】劣化モデル部は、管理対象機器を構成する複数の部品ごとに設けられた複数の劣化モジュールと、各モジュールから出力される複数の余寿命情報をそれぞれ総合的に判断して管理対象機器の余寿命情報を出力するように構成され、

前記複数の劣化モジュールの一つは、運転時間に関連した情報を入力し当該運転時間に基づいて余寿命情報を出力するように構成された請求項 1 の設備管理システム。

【請求項 5】シミュレーション手段は、シミュレーションの結果に基づいて運転状態変更を指示するに際し、管理対象機器の運転負荷を現在の値（L1）からシミュレーションの結果で得られた新しい運転負荷の値（L2）に変更しても生産計画を満足できるか、運転負荷を現時点での運転負荷の値（L1）から新しい運転負荷の値（L2）に変更しても、他の装置（設備機器）に影響はでないかの条件を満足しているか確認する機能を備え、前記確認処理の後に現時点での運転負荷（L1）から新しい運転負荷（L2）に変更することを通知するようにした請求項 1 の設備管理システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、プラントを構成する各種設備機器を管理するための設備管理システムに関し、更に詳しくは、化学プラントや鉄鋼プラント等を構成する各種設備機器の劣化モデルを構築し、これに仮想ストレスを与えられるような構成としてシミュレーション機能を持たせ、各設備機器の余寿命を管理できるようにした設備管理システムに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、鉄鋼や化学等のあらゆる分野に用いられているプラントは、計算機によるプロセス制御システムにより自動化され、人間（オペレータ）は中央の制御室に居て、生産管理、運転管理、安全管理、設備管理等の作業を重点的に行うような体制となっている。

【0003】ところで、このようなプラントにおいて、プラント異常が発生する原因は、多くの場合、プラントを構成している設備機器の異常や寿命に起因する。従って、プラント異常を未然に防ぐためには、プラントを構成している各種の設備機器の余寿命等を管理できれば、事前に修理や保全、機器の交換等適切な措置を講ずることができ、プラントの高い信頼性を維持することが可能となる。また、保全コストの低減を図ることが可能となる。

【0004】従来よりプラントの設備機器の異常診断を行う方法について、幾つかの提案が行われており、その一例は、例えば、特開昭 59-63526 号公報、特開昭 59-63527 号公報等に開示されている。また、複数の部品からなる機器の余寿命を診断する方法あるいは装置としては、例えば、特開平 3-15768 号公報に開示されている。

【0005】図 11 は、機器の余寿命を算出する装置の一例を示す構成概念図である。図において、11 は対象となる機器をモデル化したモデル部であり、機器を構成する複数の部品について、それをそれぞれモデル化した複数の劣化モデル・モジュールにより構成されている。

12 は余寿命算出手段で、各劣化モデル・モジュールから出力される余寿命情報を入力し、これらの余寿命中の最も短い値を各部品の集合体である機器の余寿命として出力するように構成してある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】このような従来装置は、モデル部に与えるデータとして、例えば、対象機器が電動弁であると仮定すると、グラウンドパッキンやステムナットの機械的強度データ、環境温度や流体圧力に関するデータ、流体のリーク量やネジ山の磨耗量に関するデータを与えるように構成されている。余寿命算出手段 2 は、各劣化モデル・モジュールから出力される余寿命情報の相関から余寿命を算出するもので、診断の結果から余寿命が例えば次の保全時期までもたないと判断された場合、保全時期を早めるか、機器を交換するかの措置が採られることとなる。

【0007】この場合、機器の保全のためあるいは交換のために、プラントを停止する必要がある、保全計画や保全予算、保全人員等の生産計画が狂ったり、製品の納期を遅らせる等の原因となる。本発明は、このような点に鑑みてなされたもので、プラントを構成している機器の余寿命情報と、生産計画や保全計画等を考慮して、オペレータや保全エンジニアが今後どのように対処したらよいかの情報を得ることのできる設備管理システムを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成する本発明は、プラントを構成する各種設備機器を管理するための設備管理システムであって、管理対象機器の劣化状態をモデル化し、印加される情報に基づいて当該機器の余寿命に関する情報を出力する劣化モデル部と、管理対象機器に与えられている少なくともストレスに関連する情報を前記劣化モデル部に与えるストレス情報印加手段と、劣化モデル部から出力される余寿命情報を入力し、生産計画、保全計画の少なくともいずれかに応じて前記劣化モデル部に仮想ストレス情報を与えてシミュレーションを行うシミュレーション手段とを備え、シミュレーション手段によって得られた余寿命情報に基づいて前記管理対象機器の運転状態を変更できるようにしたことを特徴とする設備管理システムである。

【0009】また、前記の設備管理システムにおいて、劣化モデル部からの出力情報と実際の管理対象機器のメンテナンス結果との比較に基づいて劣化モデル部のパラメータを修正するモデル修正手段を設ける。

【0010】

【作用】劣化モデル部は、管理対象機器が受けるストレスに関連する情報を入力し、その機器の余寿命等の情報を出力する。シミュレーション手段は、劣化モデル部が出力する余寿命情報が、例えば、次の保守期間までもたないと診断されるような場合、今後の運転において、どの程度まで運転負荷等を減少させれば、生産計画を変更しなくても次の保守期間まで機器の寿命を伸ばすことができるかをシミュレーションする。

【0011】オペレータは、シミュレーション手段によるシミュレーション結果に基づいて、機器の運転負荷等を調整することで、生産計画や保全計画に沿ったプラント操業を実現する。また、モデル修正手段は、実際の管理対象機器のメンテナンス結果において、想定した状態より差がある場合、その差が無くなるようにまたは少なくなるように劣化モデル部のパラメータを修正する。これにより、劣化モデル部から出力される余寿命情報が正確になるように維持する。

【0012】

【実施例】以下図面を用いて本発明の一実施例を詳細に説明する。図1は、本発明が用いられる設備管理システムの一例を示す構成概念図である。図において、VBは

プラントを構成する設備機器の一つであるバルブを示し、PMIはプラントを構成する設備機器の一つであるポンプを示している。

【0013】これらの各設備機器は、いずれも管理対象となっており、機器を構成している要素要素にその設備機器に与えられているストレスに関連する情報を検出するためのセンサSNが設置してある。なお、管理の対象となる設備機器としては、バルブやポンプ等の動機器の外に、熱交換器、蒸留塔、パイプ等の静機器も含まれる。

【0014】管理対象となる設備機器に設けられる各センサとしては、例えば、振動センサ、加速度センサの外に、その機器の運転負荷や運転稼働時間、設置環境を測定する各種のセンサが使用可能である。また、管理対象機器が例えばバルブや流量計のように流体を扱う機器の場合、流体のスラリー濃度あるいはスラリー温度（スラリー濃度あるいはスラリー温度が変化するとそれに伴い機器に加わるストレスも変化することが知られている）を検出するようなセンサ等も用いられる。これらの各種のセンサは、設備機器に内蔵されているものでもよいし、外置き用であってもよい。また、非接触で信号を検出するものでもよい。いずれのセンサとも、設備機器に与えられるストレス情報を得るための一つの信号として利用できるようにしてある。

【0015】SCはセンサSNからの信号を規格化された信号に変換するための信号中継器であり、BSは信号中継器SCを介して各センサSNからの信号を伝送する信号回線である。MGは本発明が適用される設備管理システムで、計器室に設置されていて、信号回線BS、信号中継器SCを介して各センサSNからの信号を入力し、プラントを構成するバルブやポンプ等の管理対象となっている機器の劣化状態等を診断し、これらを管理するように構成されている。

【0016】なお、この例では、設備機器に設置してあるセンサSNと管理システムMGとの間を信号回線BSで接続してあるが、信号回線BSを省略し、信号中継器SCから無線にて信号を伝送するような構成、設備機器の近傍にセンサからの信号を記憶する記憶媒体（例えばICカード）を設置しておき、この記憶媒体を介在させて管理システムMG側にセンサからの情報を読み込ませるような構成でもよい。

【0017】図2は、管理システムMGの基本的な機能を示すブロック図である。この図において、1は管理対象となっているバルブやポンプ等の設備機器の劣化状態をモデル化し、印加されるストレス情報に基づいて管理対象機器の余寿命情報を出力する劣化モデル部である。この劣化モデル部1は、その設備機器の保全経験や設備管理に基づく情報等からなるデータベースを保持すると共に、印加されるストレス情報にデータベースを用いた所定の演算を行うことで、管理対象機器の劣化状態を判

断し、余寿命情報を出力するように構成されている。

【0018】2は、管理対象機器に与えられているストレスに関連する情報や機器の属性情報を劣化モデル部1に与えるストレス情報印加手段である。このストレス情報印加手段2は、管理対象の設備機器に設けた各種センサからの信号を、劣化モデル部1が扱える信号に変換する信号変換処理機能等を含んでいる。3はシミュレーション手段で、劣化モデル部1から出力される余寿命情報を入力し、生産計画、保全計画の少なくともいずれかに応じて、劣化モデル部1に仮想ストレス情報を与えてシミュレーションを行うように構成してある。

【0019】4は劣化モデル部1のパラメータを修正するためのモデル修正手段、5は保守期間毎に行われるメンテナンス結果情報を記憶するメモリ手段である。モデル修正手段4は、管理対象機器のメンテナンス結果の情報があらかじめ想定した状態より差がある場合、その差が無くなるように、または少なくなるように劣化モデル部1のパラメータを修正するように機能する。

【0020】この様に構成した装置の動作を次に、管理対象機器が回転機の一つであるポンプである場合を例にとって説明する。図3は、管理対象機器の一例であるポンプの構成断面図である。ここに示すポンプは、大別すると、ケーシング部、インペラー部、メカニカルシール部、ベアリング部、カップリング部等により構成されている。そして、ポンプの劣化モデル部1は、これらの各部分をモジュール化したものとなっていて、各モジュールの組み合わせによって管理対象機器の劣化モデル部本体が構築される。

【0021】ここで、寿命に影響する要因としては、例えば、ベアリングの劣化を例にとると、疲労を原因とする劣化は、転がり疲れ（疲労剥離）となり、過大荷重や締め代過大を原因とする劣化は、割れや欠けとなる。また、潤滑不良や過大荷重は、焼付けを発生させる。更に、組み込み不良や潤滑不良は、かじりを生じさせる。

$$\text{実効値 (rms)} = \sqrt{\left\{ (1/N) \int x(t)^2 dt \right\}} \quad \cdots (1)$$

ただし、Nは振動加速度信号xの収集時間である。

(1)式は、振動加速度信号の自乗積算を収集時間で割り、その平方根を採ったものに相当している。そして、第1のグラフにおいて、ストレス情報Sと属性劣化モデル(rms)との関係は、実際のrms値を測定するこ

$$\text{実効値 (rms)} = \alpha (t-a)^{2+b} \quad \cdots (2)$$

ただし、 $0 \leq t \leq a$

α 、 a 、 b は、管理対象機器の管理情報、経験により決められる係数で、ここでは、ベアリングの余寿命が長い場合は、実効値(rms)は小さく、余寿命が短くなるに従って、実効値は大きくなるという属性に基づいて決められている。

【0027】劣化モデル部1を構成している各モジュールは、それぞれ対応するストレス情報Sを入力し、

(1)式、(2)式を演算することで、(a)、(b)

図4は、以上に説明したベアリング劣化の原因を示した図である。

【0022】このように、ベアリングの場合、劣化要因となる主なストレスは、初期設定不良、潤滑剤不良、運転負荷および稼働時間等であるが、これらの中で、アライメントや埋め合いなどの初期設定、潤滑剤の管理を良好に行うものとする、疲労を原因とする「転がり疲れ」が寿命の支配要因となる。従って、この場合、図2に示すストレス情報印加手段2は、「転がり疲れ」を、運転負荷を稼働時間だけ積算したものとして捕らえ、これらからストレス情報を算出する。なお、管理対象機器のベアリング部における初期設定や潤滑剤の管理は良好に行われているものとすれば、それらに基づくストレス変化は無視することができる。

【0023】図5は、ストレス情報印加手段2によりストレス情報を定量化する場合の説明図である。運転負荷信号を稼働時間で積分することで、ベアリング部に加わるストレス情報(量)Sを得ている。このストレス量Sは、図5において斜線を施した面積に対応している。

【0024】図6は、劣化モデル部1の一部(一つのモジュール)を示す概念図である。ここでは、管理対象機器のベアリング部を想定したもので、モデル(モジュール)には、ストレス情報印加手段2からストレス情報Sが与えられている。このモデルでは、(a)に示すように、ストレス情報Sと属性劣化モデル(rms)の関係を示す第1のグラフと、(b)に示すように、属性劣化モデルと余寿命との関係を示す第2のグラフとを備え、これらの各グラフを用いて、入力するストレス情報Sから、余寿命情報tを出力するように構成してある。

【0025】属性劣化モデルは、それを修正するための属性値として、ケーシング部の例えば振動加速度信号Xを用いた(1)式で示されるような実効値レベルを用いる。

とにより構築あるいは修正することができる。

【0026】また、第2のグラフに示される属性劣化モデル(rms)と余寿命tとの関係は、例えば、(2)式で示されるような演算式が用いられる。

に示されるようなグラフを実現するようになっていて、ストレスSが小さい時点では、余寿命tが長いことを示す情報を出力し、ストレスSが大きくなるに従って、余寿命が短くなることを示す情報を出力する。

【0028】劣化モデル部1は、前述したようにそれを構成している各モジュールを複数個組み合わせて構成されており、各モジュールから出力される余寿命情報を総合的に判断して、ポンプ本体としての余寿命情報を出力する。ここで、一般的には、管理対象機器の各モジュール

ルから出力される複数の余寿命情報において、1つでも機能しなくなったもの（余寿命＝0）が存在する場合、機器本体の余寿命も0とすることが多い。

【0029】ここでは、複数存在するモジュールのうちの1つが出力する余寿命が0あるいは少なくなったとしても、まだ機器本体としては使用継続できることもあることを想定し、この場合をシミュレーションにより判定して場合により、運転負荷を軽減させて運転を継続できるようにしている。即ち、機器本体としての余寿命は、管理対象機器毎の余寿命算出ノウハウを盛り込んだ、例

```
IF Min1 (T1, T2, T3, T4, T5) = T1
  Min2 (T1, T2, T3, T4, T5) = T4
THEN ポンプ本体余寿命 = T4
IF Min1 (T1, T2, T3, T4, T5) = T1
  Min2 (T1, T2, T3, T4, T5) = T2
THEN ポンプ本体余寿命 = T2
```

のようにして機器本体の余寿命を決定する。

【0031】これは、例えば、ケーシング部の余寿命が短くなっても、ポンプとしての機能は、まだ継続できるとの経験に基づく余寿命算出手法である。シミュレーション手段3は、劣化モデル部1から出力される管理対象機器本体としての余寿命情報を入力しており、この余寿命が次期の保守点検時期より短い場合、劣化モデル部1に仮想的なストレスを与えてシミュレーションを実行する。

【0032】図7は、シミュレーション手段3の動作例を説明するための図である。(a)は、劣化モデル部1に与えられるストレス情報Sを示しており、シミュレーション手段3は、現時点まで与えられていたストレス量S1（運転負荷L1に相当するストレス量）より小さな例えば、ストレス量S2（運転負荷L2で次期保守点検時期まで運転した場合を想定したストレス量）を仮想ストレスとして劣化モデル部1に与え、シミュレーションを実行する。この場合、劣化モデル部1に与えられるトータルのストレス量S3は、S1+S2で算出される。

【0033】シミュレーションの結果、劣化モデル部1に与えられるストレス量S3に対しての余寿命は、

(b)、(c)の各グラフより明らかなようにt2となる。これにより、ストレス量S2に対応する運転負荷L2とすれば、次期保守点検時期まで管理対象機器を継続運転できることが判明する。なお、次期保守点検時期まで管理対象の機器がもたないことが判明した場合は、仮想ストレスS2を別な値として、同様にシミュレーションを実施することとなる。

【0034】シミュレーションの結果、次期保守点検時期まで運転可能な余寿命t2が得られると、この余寿命情報に基づいて管理対象機器の運転状態を変更することになる。運転状態の変更は、仮想ストレスS2に対応する運転負荷L2で、以後管理対象機器が運転されるよう

$$Y = \alpha 1 (X - a)^2 + b 1$$

例えば、IF～THEN形式のルールで決定する。いま、図3に示すポンプにおいて、各モジュールから出力される余寿命を次のようにそれぞれ表すものとする。

【0030】

ケーシング部から出力される余寿命＝T1
インペラ部から出力される余寿命＝T2
メカニカルシール部から出力される余寿命＝T3
ベアリング部から出力される余寿命＝T4
カップリング部から出力される余寿命＝T5
ここで、T1<T2<T3<T4<T5とすれば、

に、各種運転パラメータ等を修正することになる。ここで、新しい運転負荷(L2)への変更先に立って、

(a) 運転負荷をL1からL2に変更しても(落としても)、定期保守点検期間の後、生産計画を満足できるか、(b) 運転負荷をL1からL2に変更しても(落としても)、他の装置(設備機器)に影響はでないか等の他の条件を満足しているか確認する機能をシミュレーション手段に設け、ここでの確認処理の後に、現時点での運転負荷L1を以後、L2に変更する処理をオペレータあるいは保全員に通知することが望ましい。

【0035】図8は、モデル修正手段4の動作を説明するための図である。劣化モデル部1が用いる各演算式の各係数(パラメータ)が、管理対象機器の劣化状態を正確に反映している場合には、そこから得られる余寿命情報は正確であり、この場合にはモデル修正手段4を設ける必要はない。本発明においては、このモデル修正手段がない場合を含んでいる。

【0036】これに対して、劣化モデル部1が管理対象機器の劣化状態を正確に反映していない場合、あるいは時間の経過とともに反映しなくなった場合には、余寿命情報は信頼できないものとなる。モデル修正手段4は、この点を改善するために設けられており、以下にその動作を図8を用いて説明する。モデル修正手段4は、メモリ5に格納されている実際の管理機器のメンテナンス時に測定したメンテナンス結果情報(実際に保全員がベアリングの例えば磨耗状態等から判断した余寿命)と、劣化モデル部1から出力される余寿命情報とを比較しその差cを演算し、この差cが0あるいは小さくなるように劣化モデル部1の各パラメータを修正する。この例では、(2)式におけるαや例えばbの係数を、α1、b1に修正する。

【0037】この結果、劣化モデル部1は、(3)式の演算を行うように修正される。

$$\dots\dots (3)$$

ただし、 $0 \leq X \leq a$

また、図 8 に示すグラフは、破線に示す修正前の状態から、実線に示すように差 c の分だけシフトした形に修正される。

【0038】図 9 は、劣化モデル部 1 の他の一例を示す概念図である。ここでは、管理対象機器として流体を扱うようなバルブを想定したもので、ストレス情報印加手段 2 からは、流体（バルブが取り付けられているパイプを流れる流体）のスラリー濃度の積算値をストレス情報

$$Y = -aX^2 + b$$

ただし、 $0 \leq X \leq \sqrt{(b/a)}$

a 、 b はそのバルブの管理情報、経験により決められる係数で、ここでは、 a はスラリーによりボディ肉厚さが削られる程度を示す係数であり、この係数は過去の保全記録（点検、交換の周期）に基づいて決められる。また、 b はボディ厚さの初期値を示す係数で、設備管理情報等に基づき決められる。

【0040】劣化モデル部 1 は、図 9 の各グラフを実現する各演算を行うことで、スラリー濃度の積算値（ストレス量）が小さいあるいは少ない時点では、ボディ残り肉厚さは初期の値に近い値であり、余寿命の大きい情報

$$Y = -aX^2 + (b - c)$$

ただし、 $0 \leq X \leq \sqrt{(b - c)/a}$

図 10 は、劣化モデル部を構成している複数の劣化モジュールの一つの例を示す機能ブロック図である。劣化モデル部 1 は、管理対象機器を構成する複数の部品ごとに設けられた複数の劣化モジュールで構成されている。ここでは、管理対象機器が図 3 に示すポンプのような場合であって、ケーシング部を代表する劣化モジュールを示す。

【0043】この劣化モジュールは、ポンプの運転時間に関連した情報を入力し、当該運転時間に基づいて余寿命情報を出力するような構成となっている。即ち、モジュール内には、(a) に示すような運転時間情報と隙間情報との関係を示す第 1 のグラフと、(b) に示すような隙間と揚液量との関係を示す第 2 のグラフと、(c) に示すような揚液量と余寿命との関係を示す第 3 のグラフとを備え、これらの各グラフを用いて、入力される運転時間情報から余寿命情報を出力するように構成してある。

【0044】図 3 に示すポンプにおいて、カップリング部やメカニカルシール部を代表する劣化モジュールの場合も、運転時間情報を入力し、その部分の余寿命情報を出力するような構成となる。なお、上記の実施例では、劣化モデル部 1 からの余寿命情報の処理について説明していないが、CRT 等の表示手段を用い、保全員が余寿命を把握し易い形、例えば、劣化予測を示すようなグラフや、警報表示を示すようなグラフィック等で表示されるものとする。また、余寿命情報に基づいて今後どのように対処したらよいかを示すガイダンス表示（例えば運

として印加するようにしている。そして、劣化モデル部 1 は、このスラリー濃度の積算値を入力して、機器保全の目安となるボディ残り肉厚さをグラフ (a) から求め、グラフ (b) からこの残り肉厚さに応じた余寿命情報 t を出力するように構成してある。

【0039】即ち、(a) に示すグラフでは、ボディ残り肉厚さを Y 、スラリー濃度の積算値を X （ストレス情報 S ）とすれば、ボディ残り肉厚さ Y が (4) 式のような演算式により求められるように構成してある。

$$\cdots (4)$$

を出力し、スラリー濃度の積算値（ストレス量）が増加するに従って、ボディ残り肉厚さが減少して、余寿命が短くなる情報を出力する。

【0041】モデル修正手段 4 は、バルブを想定したこのような劣化モデル部の場合、実際のバルブのメンテナンス時に測定したメンテナンス結果（例えば実際に測定したボディの肉厚さ）と、劣化モデル部 1 から出力される余寿命情報とを比較し、その差 c を演算し、(4) 式における b を、 $(b - c)$ に修正する。この結果、劣化モデル部 1 は、(5) 式の演算を行うように修正される。

【0042】

$$\cdots (5)$$

転負荷を L_1 から L_2 に変更する旨の指示）などを行うようにしてもよい。

【0045】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明は、劣化モデルを構築し、これに仮想ストレス情報を与えてシミュレーションを行えるように構成したもので、シミュレーション結果から、生産計画や保全計画などを考慮しながら管理対象機器の運転負荷等を調整し、各機器の余寿命を引き延ばす等の管理が可能となる。

【0046】従って、安全性を維持しながら、予定の生産計画、保守計画に沿ったプラント操業を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明が用いられる設備管理システムの一例を示す構成概念図である。

【図 2】管理システム MG の基本的な機能を示すブロック図である。

【図 3】管理対象機器の一例であるポンプの構成断面図である。

【図 4】ベアリング劣化の原因を表で示した図である。

【図 5】ストレス情報印加手段 2 によりストレス情報を定量化する場合の説明図である。

【図 6】劣化モデル部 1 の一部を示す概念図である。

【図 7】シミュレーション手段の動作例を説明するための図である。

【図 8】モデル修正手段 4 の動作を説明するための図である。

【図 9】劣化モデル部 1 の他の一例を示す概念図であ

る。

【図 10】劣化モデル部を構成している複数の劣化モデルの一例を示す機能ブロック図である。

【図 11】機器の余寿命を算出する装置の一例を示す構成概念図である。

【符号の説明】

SN センサ

SC 信号中継器

MG 管理システム

1 劣化モデル部

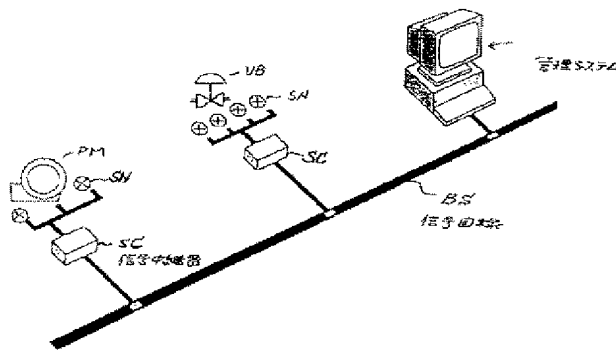
2 ストレス情報印加手段

3 シミュレーション手段

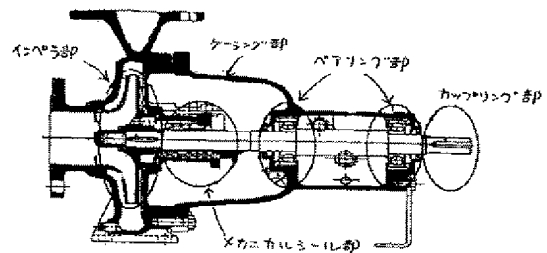
4 モデル修正手段

5 メンテナンス結果情報メモリ手段

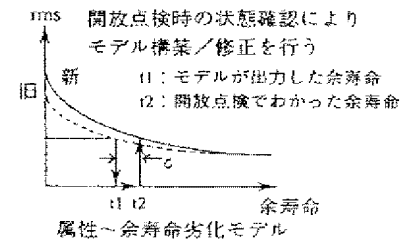
【図 1】



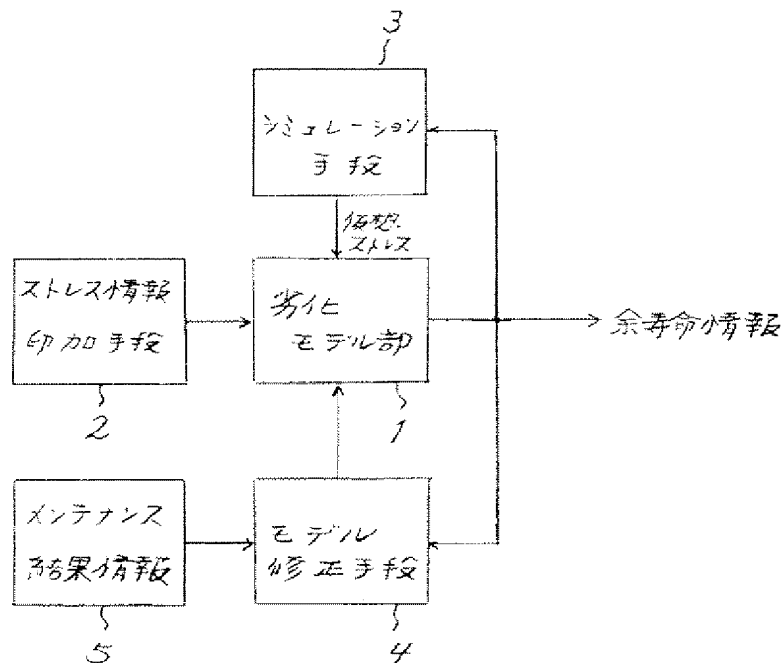
【図 3】



【図 8】



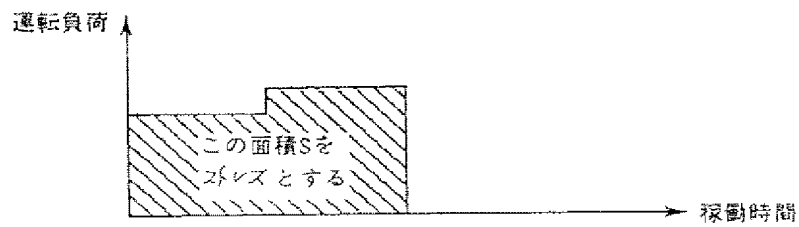
【図 2】



【図 4】

劣化名称	原因
転がり疲れ（疲労剥離）	疲労
割れ・欠け	過大荷重、締め代過大
焼き付き	潤滑不良、過大荷重
かじり	組み込み不良、潤滑不良

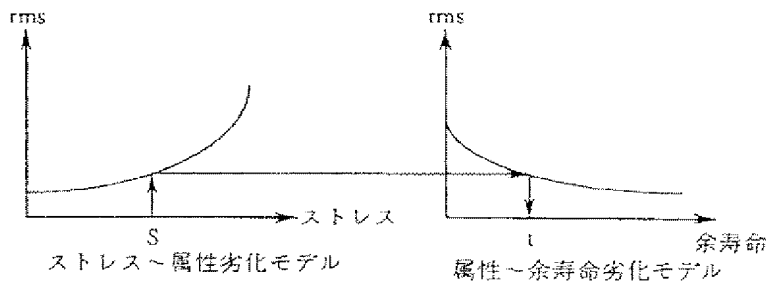
【図 5】



【図 6】

(a)

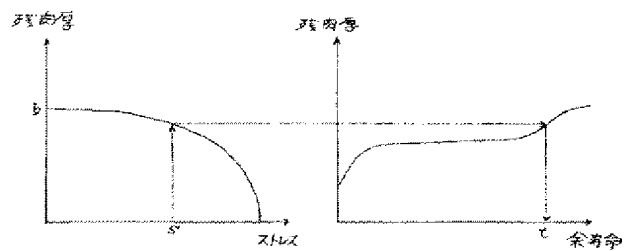
(b)



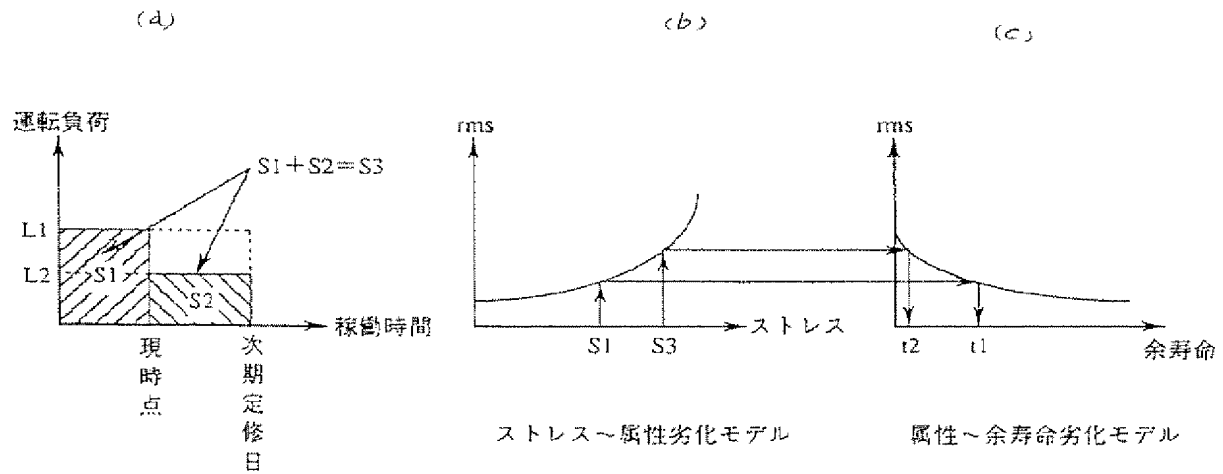
【図 9】

(a)

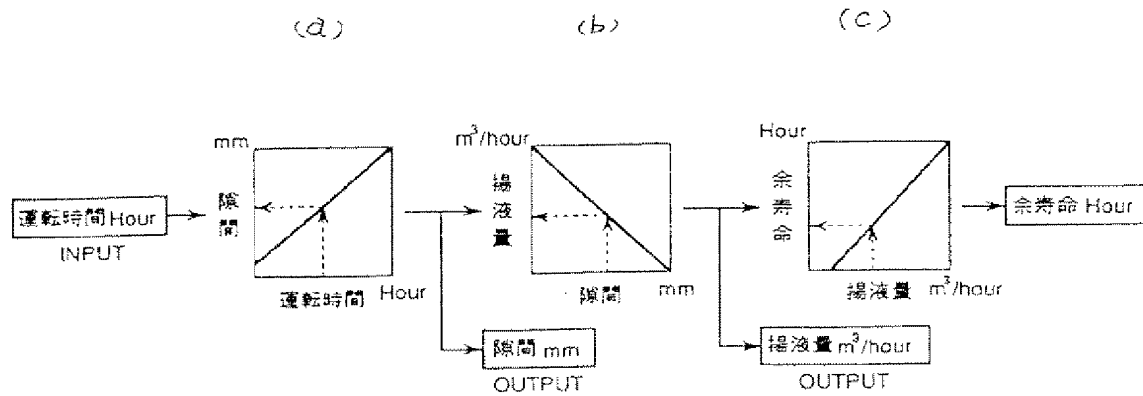
(b)



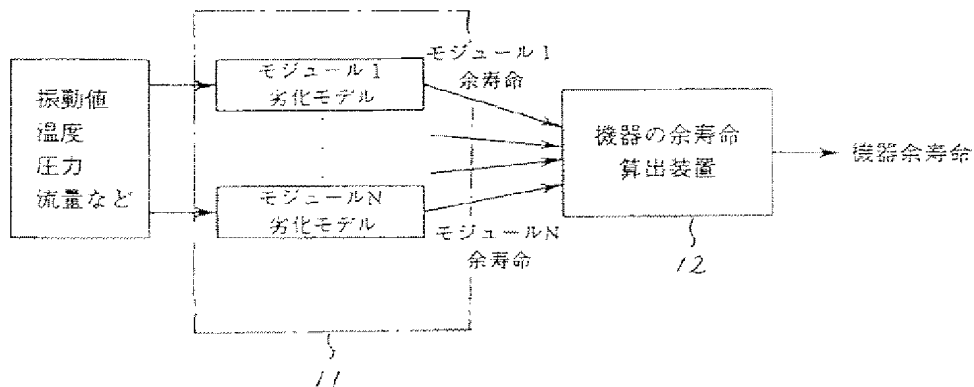
【図 7】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72) 発明者 宮澤 正純
岡山県倉敷市潮通 3 丁目 10 番地 三菱化学
株式会社水島事業所内

(72) 発明者 今井 秀喜
岡山県倉敷市潮通 3 丁目 10 番地 三菱化学
株式会社水島事業所内
(72) 発明者 和仁 紀之
岡山県倉敷市潮通 3 丁目 10 番地 三菱化学
株式会社水島事業所内